

TARTU ÜLIKOOL

Spordipedagoogika ja treeninguõpetuse instituut

**Dmitri Reinmets**

**Suusasprindi spetsiifika**

**Bakalaureusetöö**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: MSc Allar Kivil

Tartu 2013

## Sisukord

Töös kasutatud lühendid .....	3
Sissejuhatus.....	4
1. Suusasprindi iseloomustus .....	5
2. Suusasprinterile vajalikud võimed .....	9
2.1. Energia kasutus suusatamisel .....	11
2.2. Vastupidavustreeningu mõju suusasprindile .....	15
2.3. Jõutreeningu mõju suusasprindile .....	18
2.4. Kiirustreeningu mõju organismile .....	23
3. Suuremahulised treeningud vs intensiivsed treeningud.....	26
Kokkuvõte.....	30
Kasutatud kirjandus: .....	32
Summary .....	35

## Töös kasutatud lühendid

ADP- adenosiindifosfaat

ATP- adenosiintrifosfaat

EMG- elektromüograafia

HD- kõrguste vahe

KNS- kesknärvisüsteem

MC- maksimaalne tõus

PCr- fosfokreatiin

TC- kogu tõus

VO<sub>2</sub>max – maksimaalne hapnikutarbimine

## Sissejuhatus

Suusassprint on sportlase organismile nõudlik spordiala, mis eeldab head suusavalitsemist, tehnika valdamist, füsioloogilist ning psühholoogilist valmisolekut. Noore võistluslana on see leidnud kindla koha erineva tasemega võistluste programmis, kuna see on pealtvaatajatele hästi jälgitav, dramaatiline ja tihtipeale on võitjat raske ennustada. Olles ise tihedalt seotud olnud suusatamisega ja sealhulgas eriti just suusasprindiga, on soov enda teadmisi täiendada just sellel alal, leida lahendusi sportlike tulemuste parandamiseks ning täiustada teadmisi treeningmetoodikast. Suusasprint on küllaltki spetsiifilise iseloomuga spordiala, kuna lühikese aja jooksul on võistluse edukaks lõpetamiseks vaja sooritada 4 tugevat pingutust: kvalifikatsioonisõit ehk individuaalse pingutusega ajale sõit ning seejärel kolm väljajäämissõitu. Kestus ühes sõidus on valdavalt 2-4 minutit ning seda võib võrrelda jooksu keskmaa distantsiga. Suusasprindi rajad varieeruvad suuresti nii pikkuse kui ka raskusastme poolest. Suusasprinti tutvustati üldsusele 1990. aastatel ning peagi võeti see ka maailmakarika etappide kavasse. 2001. aastal oli suusasprint esmakordselt Soomes Lahtis maailmameistri võistluste kavas ning seejärel Salt Lake Citys 2002. aastal olümpia mängude kavas. Tegemist on suhteliselt uue võistluslaga ning lõplikku ühest toimivat treeningmeetodit ei ole veel paika saadud. Enamikes rahvuskoondistes on toimunud spetsialiseerumine „sprindikoondisteks“, kuid tihtipeale on ka distantsisõitjad sprindivõistlustel eesotsas, mis lisab veelgi küsitavusi treeningmetoodika osas. Kuna suusasprindi spetsiaaltreeningud on tihti väga intensiivsed, siis on suusasprinterid sagedamini ka kimpus haiguste, vigastuste ja üleväsimusega. Ka siin on vaja tasakaalustatud treeningmetoodikat, mis tagaks suusasprinteritele hea intensiivsete pingutuste talumise, piisava kiirusvõimekuse, kuid oleks sportlastele ka talutav. Lisaks üritatakse leida ka spetsiifilist suusatehnikat sprindile, kuna traditsioonilised suusaviisid ei ole enam piisavad suurenenud kiirustega liikumisel. Väga oluline on ka efektiivse sportlaste testimise ja hindamismetoodika väljatöötamine. Oma ca 20- elueast hoolimata on suusasprindi treenerite ja sportlaste ees veel terve rida lahendamata küsimusi.

Käesoleva uurimustöö eesmärk on analüüsida suusasprindi uusimaid arenguid treeningu spetsiifikast, metoodikast ja sportlaste võimekusest.

# 1. Suusasprindi iseloomustus

Suusasprindi võistlus algab kvalifikatsiooniga, milles starditakse intervallmeetodil. Pärast kvalifikatsiooni edasipääsenud sportlased võistlevad sprindi finaalides, kus kasutatakse elimineerimise viisi. Kvalifikatsioonist pääseb edasi 30 sportlast. Edasi moodustatakse viis veerandfinaali, igas sõidus kuus sportlast. Elimineerimismeetodi puhul langevad viimaste kohtade peale sõitnud osalejad välja ja edasi saab teatud arv suusatajaid. Veerandfinaalidest pääseb edasi 2 sportlast ja 2 õnnelikku kaotajat poolfinaalidesse. Finaali pääseb neli sportlast poolfinaalidest kohtade alusel ning kaks nn lucky luserit. Viimaste edasipääsemisel lõppvõistlusele ei mängi rolli mitte koht, vaid rajaläbimiseks kulunud aeg. Neljandas sõidus (finaalis) selgitatakse kuue sportlase vahel välja võitja (FIS, 2012). Suusasprint on küllaltki spetsiifilise iseloomuga ja erineb tavadistsantsi võistlustest ning seepärast on moodustatud paljude riikide koondiste juurde ka spetsiaalsed sprindigrupid.

Zory jt. (2008) järgi võistlussooritus klassika suusasprindis sõltub kiirusvõimetest, tehnika kasutusest, väsimusele vastupanust ja anaeroobsest võimsusest. Analüüs laktaadi konsentratsiooni tõusust ja maksimaalsest hapnikutarbimisest näitab väsimuse tekke algust. Rusko (2003) mõõdetud tavadistsantsi suusatajate vere laktaadi sisaldus pärast 15km Lahti maailmakarika etapi suusavõistlust 9.5 mmol/L ja pärast 50km suusasvõistlust 4.4 mmol/L. Võrdluseks Rusko andmetega leiab suusasprindis esinevad laktaadi konsentratsioonid veres tabelist 1.

**Tabel 1.** Stimuleeritud suusasprindivõistluse sõidud, keskmised kiirused, vere laktaadi sisaldus ja südame löögisagedused Vesterinen jt. (2009).

Sõit	Aeg (min:s)	Vkesk	LAenne (mmol/L)	LAmx (mmol/L)	SLSmax
1	2:23±0:05	5.96±0.21	1.6±0.7	12.8±2.4	179±7
1	2:23±0:05	5.97±0.21	5.3±3.6*	13.3±3.0	180±7
3	2:22±0:06	5.98±0.23	5.9±4.1**	13.5±2.8	180±7
4	2:22±0:05	6.00±0.23	6.2±4.0**	13.8±2.7	180±7

\*\* 3. ja 4. sõit erinevad märkimisväärselt 1. sõidust (P50.01). \* 2. sõit erineb märkimisväärselt 1. sõidust (P50.05). Aeg- suusatamise aeg sõidus; Vkesk- sõidu keskmine kiirus (m/s); LAmx- vere maksimaalne mõõdetud laktaadi konsentratsioon puhkuse ajal pärast sõitu; LAenne- mõõdetud laktaadi konsentratsioon veres enne sõitu; SLSmax- maksimaalne südame löögisagedus sõidu ajal.

Sprindikoondise ja distantsikoondise erinevus tuleneb mitmetest asjaoludest.

Sprinterite treeningud on väiksemamahulised, sisaldades rohkem intensiivseid treeninguid ja jõutreeninguid, samal ajal tavadistantsi suusatajad kasutavad rohkem madala intensiivsusega suure mahuga treeninguid.

Individuaalsprindi distantsi pikkus varieerub meestel 1 - 1.8 km ja naistel 0.8 - 1.6 km vahel. Klassikaline tehnika sisaldab vahelduvtõukelist sõiduviisi, paaristõukelist sõiduviisi, käärjooksu ilma libisemisfaasita, laskumistehnikaid ja pööramistehnikaid. Ühesammuline või kaheammuline uisutamine on keelatud. Selle reegli rikkumisel ähvardab võistlejat diskvalifitseerimine. Samas üritavad sportlased igal võimalusel ka jalaga tõugates kiirust lisada, mistõttu pole ebatavaline diskvalifitseerimine peale avasõitu. Vabatehnikas nii rangeid ettekirjutisi ei ole, sisaldades kõiki murdmaasuusatamise sõiduviise.

Suusasprindi rajad peavad olema tehtud nii, et need panevad võistlejate tehnilised, taktikalised ja füüsilised võimed proovile. Rada peab olema iseloomult võimalikult looduslik, et vältida monotoonsust tasasel alal, tõusudel ja allamäge lõikudel. Sellegipoolest tuleb silmas pidada, et äkilised suunamuutused ja järsud tõusud ei tooks kaasa liialt suuri rütmi muutusi. Allamäge lõigud peavad olema rajatud nii, et need loovad väljakutse võistlejatele, kuid samas peavad olema sõidetavad ka kiiretes oludes. Üldiselt peab murdmaasuusarada koosnema kolmest osast. Üks kolmandik tõusudest omab kaldenurka 9% (1:11) ja 18% (1:5.5) vahel kõrguste vahega üle kümne meetri, kus lisaks esinevad mõned lühikesed tõusud, mis on järsemad kui 18%. Üks kolmandik on lauskmaa, mis sisaldab maastiku omadusi lühikeste tõusude ja laskumistega kõrguste vahega 1 - 9 meetrit. Üks kolmandik omab vaheldusrikast laskumist, nõudes mitmekülgset laskumistehnikat. Nii tõusude kui laskumiste lubatud pikkuste puhul on määrajaks kogu võistlusdistantsi pikkus. HD (kõrguste vahe) on kõrguste vahe madalaima ja kõrgeima punkti vahel, arvestades kogu võistlusraja pikkust. MC (maksimaalne tõus) on suurima kõrguste vahega tõus, teisisõnu suurim tõus. Tõusu saab katkestada lageda osaga, mis ei ole pikem kui 200 m, või laskumisega, mis ei ületa 10 m kõrguste vahet. TC (kogu tõus) sisaldab terve raja tõusu meetreid kokku. Võistlusraja kõrgeim punkt ei tohi olla kõrgem kui 1800m merepinnast (FIS, 2012). Suusasprindis on HD, MC ja TC võrreldes tavadistantsiga väiksemad, mis rõhutab kiirusvõimete vajadust. Tiitlivõistluste rajad on 1-2 aastat enne teada ning sportlased saavad vastavalt sellele raja profiilile ka treenida

**Tabel 2** Murdmaasuusaraja normid. HD, TC ja MC homologeeritud võistluste rajad peavad jääma järgmistesse normi piiridesse (FIS, 2012).

Distsantsi pikkus	HD	MC	TC
<b>Sprint uisk</b>	<b>Maksimum 50m</b>	<b>0-30 m</b>	<b>0 – 60 m</b>
<b>Sprint klassika</b>	<b>Maksimum 50m</b>	<b>10-30 m</b>	<b>20 – 60 m</b>
2,5 km	Maksimum 50m	30 -50 m	75 -105 m
5 km	Maksimum 100m	30 – 80 m	150 – 210 m
7,5 km	Maksimum 125m	30 – 80 m	200 – 200 m
10 km	Maksimum 125m	30 – 80 m	250 – 420 m
15 km ja rohkem	Maksimum 150m	30 – 80 m	400 – 600 m

Sandbakki jt. (2011) poolt läbi viidud uuringu eesmärgiks oli hinnata aeroobse töövõime karakteristikute ja suusasprindi tulemuslikkuse vahelisi seoseid. Samuti ka suure-intensiivsusega vastupidavustreeningu mõju suusasprindi tulemuslikkusele ja aeroobsetele karakteristikutele. Uuringus osales kõrgtasemel 10 mees- ja 5 naissuusajuuniorit ning läbisid kaheksanädalase spetsiaaltreeningu. Eksperimentaalgrupil (7) suurendati submaksimaalsete treeningute mahtu. Need sooritati tasasel maastikul. Kontrollgrupp jätkas enda tavapärase treeningutega. Tabelis 3 on välja toodud intensiivsete treeningute osakaal gruppides. Nii enne kui pärast kaheksanädalast perioodi sooritasid vaatlusalused 1,5 km vabatehnikas rullsuusatesti välistingimustes. Samuti määrati aeroobse töövõime näitajad jooksulindil laboritingimustes. Uuringu tulemusena leiti tugev seos aeroobse vastupidavuse ja sprindi tulemuste vahel. Järeldati, et suusasprindis on tihe seos maksimaalse aeroobse võimsuse ja sprindi tulemuslikkuse vahel ning väga oluliseks on ka suure intensiivsusega vastupidavustreeningud kergel maastikul.

Kuna ka võistlusmäärustik näeb suusasprindis HD, TC ja MC erinevust, mis tähendab tasasemat maastikku kui tavadistsantsidel. Treeningud peaksid olema alaspetsiifilised ja on selge, et tasasemal maastikul on kiirused suuremad, kui raskete tõusudega rajal. Seega on soovituslik suusasprinteritel kasutada tasasemat maastikku.

**Tabel 3.** 15 ellit juuniori murdmaasuusatamise nädalane vastupidavustreening ja kogu treening kaheksanädalase tavatreeningu perioodil ja kaheksanädalane uuringu treeningperiood Sandbakki jt. (2011).

Kontroll grupp (n=8)			Katse grupp (n=7)	
	Varasemad treeningud	Uuringu treening	Varasemad treeningud	Uuringu treeningud
INT1	5:26 ± 1:06	7:32 ± 1:20‡	5:57 ± 1:01	6:13 ± 1:23
INT2	1:12 ± 0:35	0:50 ± 0:28	1:00 ± 0:41	0:44 ± 0:33
INT3	0:37 ± 0:28	0:34 ± 0:16	0:39 ± 0:21	1:40 ± 0:21‡§
INT4	0:48 ± 0:19	0:47 ± 0:16	0:49 ± 0:20	0:28 ± 0:04
Kokku	9:46 ± 1:54	11:05 ± 2:04	9:19 ± 1:51	10:45 ± 2:25

*MSL- maksimaalne südamelöögisagedus; INT1- 60-74 % MSL; INT2-75–84% MSL; INT3-85–92% MSL; INT4- >92% MSL. Kokku- kogutreeningud, vastupidavustreeningud, jõutreeningud ja kiirustreeningud. Tulemused on antud ühikutega tunnid:minutid.*



## 2. Suusasprinterile vajalikud võimed

Sprindivõistlusel pannakse proovile erinevad sportlaste kehalise töövõime komponendid: kiirusvõimed, vastupidavusomadused, jõuvõimed, koordinatsioonilised oskused ja taastumiskiirus. Paljudel juhtudel on head suusasprinterid ka piisavalt head distantsisõitjad, millest võib järeldada, et suusasprinter peab olema hea aeroobse võimekusega ning lisaks peavad tal olema ka head kiirus-ja jõunäitajad.

Keskmise kestvusega vastupidavusalad on need, mille soorituse aeg jääb 2-6 minuti vahele. Intensiivsuse kasvuga suureneb ka keha hapnikuvajadus, võrreldes organismis saadaval olevaga, mistõttu tekib sportlasel hapnikuvõlg. Sellises olukorras pannakse proovile sportlase soorituskiirus ja maksimaalne jõud. Anaeroobse süsteemi poolt toodetud energiahulk on proportsioonis kiirusega. Kiirusvastupidavus nõuab sportlastelt vastupanu väsimusele maksimaalsel intensiivsusel. Enamus sooritusest toimub tugevas hapnikupuuduses (apneas), mis nõuab sportlastelt nii maksimaalset jõudu kui kiirust (Bompa, 1999).

Stöggli ja Mülleri (2009) poolt läbiviidud uuringus leiti samuti, et suusatamise kiirusel ja liigutuste tsükli pikkuse kasvamisel on positiivne seos hoofaasi pikkusega, kusjuures on rõhutatud äkilise efektiivse tõukefaasi tähtsust. Seega on soovitatav suurendada treeningute proportsiooni spetsiifilise plahvatusliku jõu ja maksimaaljõu arendamiseks, et parandada tõukejõudu suusatamisel.

Murdmaasuusatamine on vastupidavusala, mis nõuab kõrget aeroobset võimekust. Pikaajalisel suusatamisel tuleb rõhutada  $VO_2\text{max}$  tähtsust. Seda tegurit mõjutavad mitmed asjaolud. Võistlused toimuvad merepinnast kuni 1800 m kõrgusel ja treeninglaagreid peetakse 2500-3000 m kõrgusel merepinnast. Ilmastikuolud võivad varieeruda -20 kuni +10 °C nii võistlustel kui treeningutel. Need faktorid näitavad  $VO_2\text{max}$  tähtsust murdmaasuusatamise sooritusel. Kõrge maksimaalne hapnikutarbimine ehk  $VO_2\text{max}$  on oluline, sest antud suurus integreerib hapniku transpordivõimet õhust verre, vere ja punaliblede sidumist hapnikuga, südame võimet verd pumbata, vere liikumist lihastesse ja hapniku tarbimist lihastes. Nii on omavahel tugevalt seotud südameveresoonkonna- ja hingamissüsteem (Rusko, 2003).

Murdmaasuusatamine on üks primaarseid näiteid spordialast, kus kunagi peeti vastupidavusvõimet kõige olulisemaks mõjuriks, kuid nüüdseks on lisaks leitud veel võtmetähtsusega tegureid. See ala nõuab head tehnikat, lihasjõudu ja eriti oluline on ka anaeroobse energia panus edukaks soorituseks. Intensiivsuse kasvule on kaasa aidanud uisutehnika ja sprindi distantside lisandumine murdmaasuusatamisse, mis näitab ka sprindi olulisust suusatamise arengu aspektist (Saltin, 2006).

Anaeroobne võimsus on hapnikuta energia tootmine organismis anaeroobse süsteemiga. Anaeroobne lävi näitab eelkõige laktaadi eemaldamise mehhanismide võimsust. See lävi on piiriks, mida ületades laktaadi produtseerimine ületab tema eemaldamise mehhanismide maksimaalsed võimalused ja koos sellega hakkab järsult tõusma laktaadi tase veres ja hingamise sagedus. Selle tulemusena tekib kurnatus ja lihasväsimus, mis toob kaasa negatiivse mõju, alandades võistleja sooritustaset (Bompa, 1999).

Stöggl jt. (2006) stimuleeritud suusasprindi uurimuses mõõdeti sportlastel (12) vere laktaadi sisalduseks  $14.0 \pm 2.9$  mmol/L, mis on väga kõrge näitaja. Suusasprinterid peavad talutama kõrget laktaadi kontsentratsiooni kogu võistluse vältel, järelikult peab suusasprinteritel olema kõrge anaeroobne võimekus.

Sooritus suusasprindis oleneb suuresti sportlase kiirusest. Võistluskiirused murdmaasuustamises on kasvanud tänu sprindile, suusavarustuse ja tehnika paranemisele, mis nõuab ka kehalt paremat valmisolekut. Seoses sellega on kasvanud nõudlus tugevale ülakehale, neuromuskulaarsele süsteemile ja aeroobsetele võimetele (Mikkola jt., 2006).

Aeroobne potentsiaal või keha võimsus toota energiat hapniku juuresolekul määrab sportlase vastupidavuse. Aeroobne võimsus on limiteeritud keha võimega transportida hapnikku organismis. Seetõttu peaks olema igas treeningprogrammis oluliseks punktiks organismi hapnikutranspordi parandamine, et tõsta vastupidavuse võimsust. Kõrge aeroobne võimekus, mis on tähtis ka treeningkoormuste talumisel, on ka kiirema taastumise aluseks peale treeningut ja treeningute vahel. Kiire taastumine lubab sportlastel vähendada puhkeintervalle ja tõsta soorituste intensiivsust (Bompa, 1999).

Väsimus on iga spordiala võtmetegur. Treeningutega üritatakse parandada sooritust ja sellega lükata edasi väsimuse teket. Organismi seisukohalt mängib siin rolli laktaat, olles üheks väsimuse tekitajaks. See on orgaaniline hape, mida toodetakse, kui lihased töötavad hapnikuvaeses situatsioonis (anaeroobne protsess) (Ekeland jt., 2000).

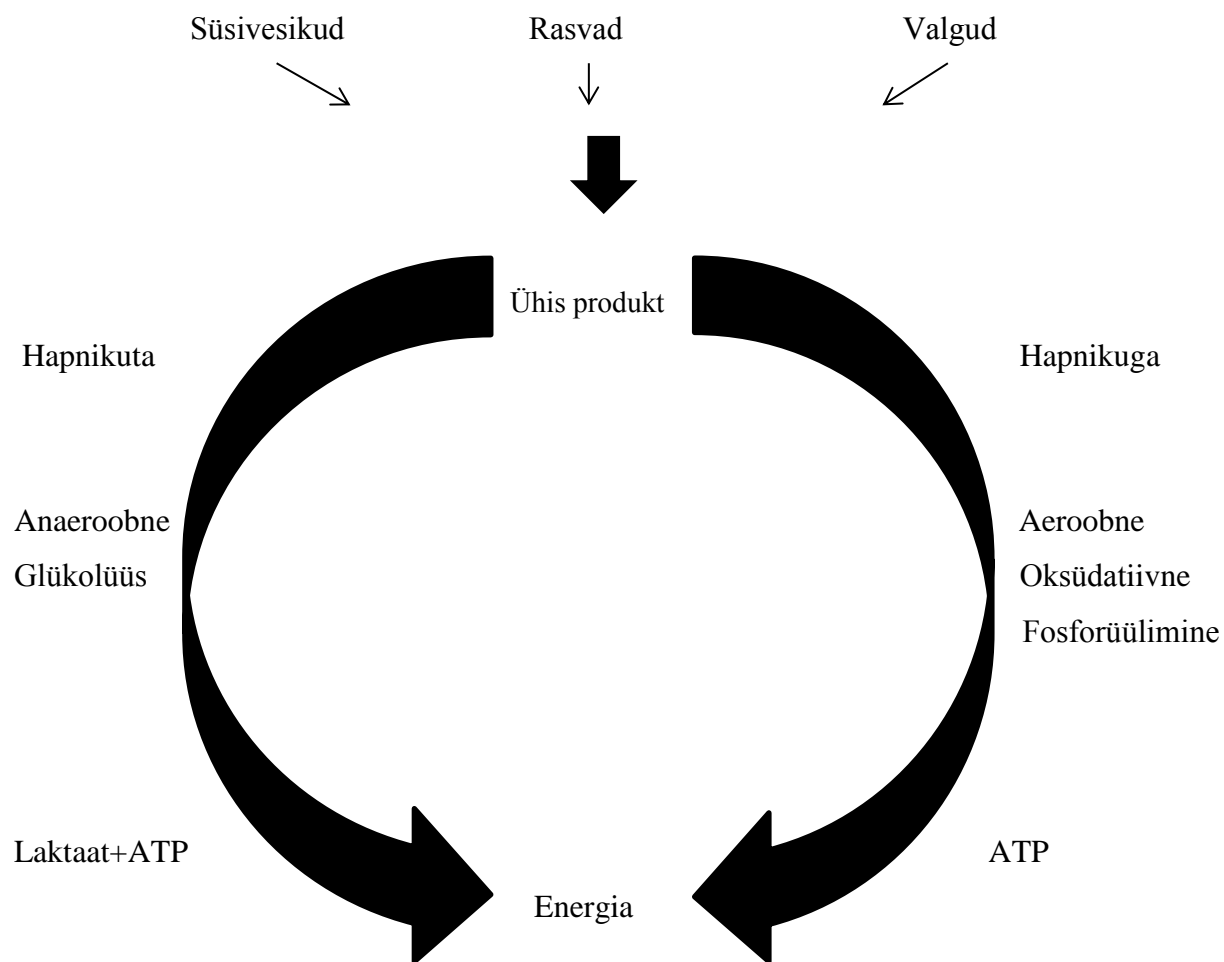
Maughan ja Gleesoni (2004) järgi tekib maksimaalne laktaadi akumulatsioon lihastes peale 3-7 minutilist treeningkoormust, mis tekitab väsimust. Madalamat laktaadi kontsentratsiooni on nähtud tugeval pingutusel alla 2 minuti või pikemal kui 10 minutit. Väsimust saab tõlgendada kui lihaste suutmatust jätkata vajalikku tööd. Lisaks eelnevale väsimust tekitavale komponendile pole tänaseks veel kõik väsimust põhjustavad tegurid täpselt teada. Väsimuse ennetamiseks vajab organism piisavalt energiat.

## 2.1. Energia kasutus suusatamisel

Murdmaasuustamine nõuab palju energiat, mida organism saab kätte toiduga. Toitaineid võib jaotada järgmiselt: süsivesikud, rasvad ja valgud. Organismi metabolism põhineb nende ainete lõhustamisel, millest saab energiat. Nendest toitainetest saab adenosinotriifosfaati (ATP), mis annab kohest energiat lihastele ja rakule funktsioneerimiseks. ATP mahud lihastes on aga väga väikesed, seetõttu peavad rakud produtseerima uut ATPd alati juurde (Rusko. 2003).

Põhilised allikad ATP resünteesiks Maughan ja Gleeson (2004) järgi:

1. ATP lõhutakse ensüümi poolt adenosindifosfaadiks (ADP) ja anorgaaniliseks fosfaadiks (Pi), et anda energiat.
2. Fosfokreatiin (PCr) lõhutakse ensüümi poolt kreatiiniks ja fosfaadiks, mis transporditakse ADP juurde, et resünteesida ATP.
3. Glükoos-6-fosfaat saadakse lihase glükogeenist või vere kaudu anaeroobses glükolüüsis. Ühend on laktaadiks ümber töötatud ja produtseerib ATPd fosforüülimise reaktsiooni kaudu.
4. See protsess on teada, kui oksüdatiivne fosfolüürimine ja annab energiat ATP sünteesiks. Süsivesikute, lipiidide, valkude ja alkoholi produktide metabolism saab siseneda tsitraadi tsükklisse (Krebsi tsükklisse) mitokondris ja oksüdeeruda süsinikdioksiidiks ja veeks.



**Joonis 1.** Toitainete metaboolne rada energia tootmiseks (Ekeland jt., 2000).

**Tabel 4.** ATP resünteis aeroobsest ja anaeroobsest metabolismist ning ATP allikate kasutamine kehalise aktiivsuse alguses Maughani ja Gleesoni järgi (2004).

Rasvade oksüdatsioon	>2h
Glükoosi oksüdatsioon (verest)	~90 min
Glükogeeni oksüdatsioon	Mõned minutid
Glükolüüs	5-10 s
PCr lõhustamine	Kohene

Vastupidavustreening annab tulemusi nii metaboolsetes kui morfoloogilistes muutustes, mis võimaldab tuua toitaineid lihastesse, kasutada neid tõhusamalt ja toota rohkem energiat. Anaeroobne treening põhjustab metaboolse kohanemise, mis erineb aeroobse treeninguga saavutatud muutustest. Need kohandused on põhiliselt suunatud sportlasele vajalike energiasüsteemide parandamiseks, et muuta sportlase lihaste taluvust happe/aluse tasakaalu puhverdusvõime parandamise kaudu. Lihaskontraktsiooniks vajalik energia põhineb bioenergeetikal (Hoffman, 2002).

Anaeroobne metabolism võimaldab ATP resünteisi hapnikku kasutamata. Siinkohal tuleb ära nimetada kaks eraldiseisvat süsteemi, mis võimaldavad lihastele seda. Need on fosfaatsüsteem ja glükolüütiline süsteem. Kuna glükolüütiline süsteem sõltub laktaadi tootmisest, aga fosfaatsüsteem ei hõlma laktaadi formatsiooni, siis sellest tulenevalt nimetatakse neid süsteeme ka laktaatseks ja alaktaatseks. ATP ja PCr annavad kokku fosfokreatiini. Kõige tähtsam, mida see energiaallikas võimaldab, on lihastele koheselt kättesaadava energia (Maughan ja Gleeson, 2004).

Oksüdatiivse energia tootmissüsteem vajab hapnikku energia tootmiseks, selle metabolismi nimeks on aeroobne süsteem. Kogu energia rakkude funktsioneerimiseks on saadud erinevate substraatide metabolismist. Rida metaboolseid reaktsioone toimub igas rakus, et toota keemilist energiat. See energia juhib terve raku protsesse, mis muul moel spontaanselt ei toimu. Peamine energiakomponent, mis reguleerib kõiki rakufunktsioone, on ATP (Hoffman, 2002). Nii aeroobsel kui anaeroobsel süsteemil lasub oluline roll suusasprindis. Selle tähtsust on mainitud ka järgmisel leheküljel.

**Tabel 5.**Energia kulu Rusko (2003) järgi.

Distants	Energia kulu (kj)	Aeroobne/anaeroobne (%)
1 km/2 min	400	50/50
5 km	1600	90/10
15 km	4500	97/3
50 km	15 000	99/1

Suusasprindi võistlus tugineb maksimaalsele pingutusele, mis kestab ca 3 minutit. Selles on oluline roll nii aeroobsel kui ka anaeroobsel energiatootmise mehhanismil.

Uumas Losnegard jt. (2011) poolt korraldatud uuringus osales 12 tipptasemel mees murdmaasuusatajat. Vaatlusalused sooritasid rullsuuskadel 600m distantsi. Tulemuste hindamisel leiti, et panus anaeroobsest energiasüsteemist oli ca 26 % sõltumata sõidutehnikast. Samuti leiti, et soorituse erinevus sportlaste vahel tulenes enam anaeroobsest võimekusest, mitte niivõrd maksimaalsest aeroobsest võimsusest ega hapnikutarbimisest. Sportlaste sooritusintensiivsus ületas nende  $VO_2$ max väärtuse 600m testi ajal, kus keskmiseks hapnikuvajaduseks oli ca 113%. Selline hapnikuvajadus on lähedasem 800m, kui 1500m jooksu distantsile. See oli oluline avastus, sest tavaliselt võrreldakse suusasprinti 1500m jooksuga, sest ajad nende distantside läbimiseks on sarnased. Kui Rusko järgi anaeroobse ja aeroobse süsteemi osakaal on võrdne, siis selle uuringu järgi on suusasprindis anaeroobse ja aeroobse vaheline osakaal vastavalt umbkaudu 30% ja 70%. Samas oli uuringus tegemist vaid 600m distantsiga, mis jääb oluliselt alla suusasprindi tavalistele võistlusmaadele. See võib aga alahinnata aeroobse töövõime osatähtsust.

## 2.2.Vastupidavustreeningu mõju suusasprindile

Vastupidavus on inimese võime läbida distantse ilma kurnatuseta ja väsimuseta (Ekeleand jt., 2000). Vastupidavus sõltub paljudest faktoritest: kiirus, lihasjõud, võime sooritada liigutusi efektiivselt, omadus kasutada füsioloogilist potentsiaali ökonoomselt ja füsioloogiline valmisolek. Vastupidavust saab jaotada kaheks: üldvastupidavus ja spetsiaalvastupidavus. Üldvastupidavus on võime sooritada kehalist aktiivsust pika aja vältel, mis hõlmab palju lihasgruppe ja organsüsteeme (kesknärvi-, neuromuskulaar- ja kardiorespiratoorsüsteem). Iga sportlane vajab üldvastupidavust, see aitab adapteeruda suurte koormustega ja taastuda kiiremini. Spetsiaalvastupidavus on võime sooritada spordialale spetsiifilisi liigutusi, seistes vastu väsimusele. (Bompa 1999).

Bompa (1999) poolt soovitatavad vastupidavuse arendamise meetodid:

- ühtlus- ehk kestusmeetod – kestev pikaajaline tegevus ilma treeningu intensiivsuse ja iseloomu muutuseta;
- vahelduvmeetod – treeningu käigus muutub tegevuse intensiivsus ja iseloom, kus puhkepause ei ole;
- intervallmeetod – treeningu käigus vahelduvad kindla intensiivsusega tegevused kindla pikkusega puhkepausidega;
- kordusmeetod – kindla intensiivsusega tegevused vahelduvad optimaalse pikkusega puhkepausidega (täielik taastumine järgnevaks tegevuseks).

Murdmaasuusatajatele sobiv polariseeritud treeningu mudel Laurseni (2010) järgi, mille põhjal umbes 75% treeningmahust tehakse madala intensiivsusega ja 10-15% väga suure intensiivsusega. Seda soovitatakse, kui optimaalset treeningu intensiivsuse vahekorda eliit sportlastele, kes teevad intensiivseid treeninguid.

Samadele järeldustele jõudsid ka Sandbakk jt. (2011) uuringus, millest on juttu suusasprindi iseloomustuse peatükis. Leiti lähedane seos aeroobse võimsuse ja suusasprindi tulemuslikkuse vahel. Et arendada vajalikku kiirust sprindivõistlusel, võiksid suusasprinterid tõsta keha massi. Lisaks tuleks arendada üldvastupidavust. Kõrge intensiivsusega vastupidavustreeningud tagasid suusasprindi soorituse ja ventilatsiooni läve paranemise.

Edukas vastupidavustreening hõlmab endas manipuleerimist intensiivsuse, kestvuse ja sagedusega. Need on tegurid, mille abil on võimalik tõsta enda füüsilise seisundi maksimaalsele tasandile. Üheks eesmärgiks on hoida negatiivset tagasisidet treeningutelt

minimaalsel tasandil, planeerida maksimaalne kehaline valmisolek pingutuseks just sel ajal, mil seda on vaja. Paljud vastupidavusala sportlased treenivad 10-13 korda nädalas, millest 80% treeningutest on sooritatud madala intensiivusega (laktaat alla 2mmol/L) ja 20% treeningutest on suure intensiivusega, nagu intervalltreeningud, mille intensiivsus on umbes 90%  $\text{VO}_2\text{max}$ . Vastupidavusala sportlased treenivad süstemaatiliselt üle 11 kuu aastas ja treeningtundide vahemik võib jääda 600 treeningkorra juurde. Sellised näitajad on kõik selleks, et saavutada maksimaalne füüsiline valmisolek kindlaks ajaks võistlushooajaks. Sportlased kasutavad tihti 2- või 4-aastast treeningtsükli, et valmistuda maailmameistrivõistlusteks või olümpiamängudeks. Treeningud on planeeritud erinevatesse perioodidesse või treeningtsüklitesse. Periodiseerimine hõlmab endas mikro-, meso- ja makrotsükli. Ligikaudne variatsioon 80/20, kus vahekorra moodustavad suuremahuline madala intensiivsusega treening ja keskmise/suure intensiivusega treening, mis annab suurepärase pikajalise tulemuse vastupidavusala sportlasel. Sagedane pika kestvusega madala intensiivusega treening ( $>2\text{mmol/L}$  laktaadi taseme) on kasulik, kuna stimuleerib füsioloogilisi adaptatsioone. Arvamus, et intensiivse ja suuremahulise treeningu koosmõjul on negatiivne füsioloogiline mõju, on liialdatud, sest mõlemad treeningud tekitavad sarnaseid füsioloogilisi muutusi ja tõenäoliselt täiendavad teineteist. Saavutatud vastupidavusbaas suuremahulistest treeningutest võib-olla oluline eeltingimus suure intensiivusega treeningute talumiseks ja neile positiivselt reageerimiseks (Seiler, 2010). Reaktsioone võib leida nii kehalises arengus kui organsüsteemide töös.

Benson ja Connolly (2011) järgi füsioloogilised muutused sportlase organismis vastupidavustreeningu tagajärjel on peamiselt kardiovaskulaarse süsteemi, hingamiseldundite, metabolismi ja lihaste adaptatsiooni koosmõju. Esimesteks muutusteks inimese organismis võib nimetada maksimaalse hapnikutarbimise paranemist, südame löögisageduse langemist ja teisest küljest südame löögimahu tõusu. Paraneb hapniku transport lihastesse ja lihaste kapillaarvõrgustik suureneb, võttes rohkem verd vastu, ja gaaside transport paraneb – ühesõnaga paraneb  $\text{VO}_2\text{max}$ . Vastupidavustreening suurendab samuti vere mahtu, vereplasma mahtu ja punaste vereliblede ehk erütrotsüütide arvu. Hingamisteede efektiivsus tõuseb, mis aitab liigutada õhku nii kopsudesse, kui kopsudest välja. See adaptatsioon on seletatav hingamislihaste tugevnemisega.

Mitmed muutused toimuvad ka lihastes vastupidavustreeningu mõjul. Toimub nii suuruselt kui ka arvuliselt mitokondrite kasv. Selline adaptatsioon aitab kasutada paremini rasvhappeid, tõstes sellega energiatootmist. Suurem rasvhapete kasutamine võrreldes glükokeeniga hoiab laktaadi produtseerimist madalamal. Liigesed, luud, kõõlused, sidemed ja ökonoomsus paranevad samuti (Benson ja Connolly, 2011). Muutused kehas tulenevad



vastupidavustreeningu erinevast iseloomust, kus rolli mängib nii intensiivsus kui maksimaalkiirus. Antud suurusi käsitleb lähemalt järgmine uurimus.

Sandbakki (2010) uurimus käsitleb füsioloogilisi karakteristikuid kaheksal maailmaklassi ja kaheksal rahvusklassi norra suusasprinteril. Et mõõta füsioloogilist tagasisidet ja jooksulindil sooritatud tulemust, läbisid suusatajad submaksimaalse testi, aeroobse võimekuse testi ja jooksulindil tippkiiruse testi paaristõukelises ühesammulises uisusõiduviisis. Lisaks testiti suusatajatel paaristõukelise ühesammulise uisusõiduviisiga kiirendust asfaltil ja maksimaaljõudu laboris. Suusatajate tase oli määratud FIS punktide alusel. Lisaks kasutati sportlaste treeningpäevikute andmeid. Maailmaklassi suusatajad näitasid 8% kõrgemat  $VO_2\text{max}$  ja kaks korda pikemat  $VO_2$  platoo aega  $VO_2\text{max}$  testi ajal ja kõrgemat submaksimaaltaseme kasutegurit. Lisaks näitasid maailmaklassi suusatajad 8% kõrgemat tippkiirust, kuid ei erinenud rahvusklassi suusatajatest kiirenduses ja maksimaaljõus. Maailmaklassi suusatajad sooritasid rohkem aeglase ja keskmise intensiivsusega vastupidavustreeninguid ja kiirustrenne. Käesolevad tulemused näitavad, et aeroobne võimekus, treeningu efektiivsus ja kõrge kiirusvõimekus eristavad maailmaklassi ja rahvusklassi suusasprintereid. Arvatakse, et need muutujad määravad suusasprindi soorituse tulemuse. Maailmaklassi suusatajatel on hea aeroobne võimekus, ökonoomsus ja suure kiiruse võimekus - neid näitajaid loetakse suusasprindi soorituses määravaks. Tehtud uuringust võib järeldada, et madala ja keskmise intensiivsusega treeningud ja maksimaalkiiruse treeningud on tähtsad, et võistelda rahvusvahelisel tasandil suusasprindis. Vastupidavusaladel tuleb peale  $VO_2\text{max}$  taseme silmas pidada ka sportlaste laktaadi taset veres, mis võib samuti tulemusi mõjutada.

Seileri ja Kjerlandi (2004) poolt tehtud uuringus leiti, et norra juuniori vanuseklassi sportlaste treeningud toimuvad peamiselt 75% alla 2.0mmol/L laktaadi. 5-10% treeningutest leiavad aset 2-4mmol/L laktaadi taseme vahel ja 15-20% treeningutest toimuvad kui intervalltreeningud ja jäävad üle 4mmol/L laktaadi taseme. Peab tõdema, et vastupidavusala eliitsportlased treenivad üllatavalt vähe laktaadiläve juures. Hästi treenitud sportlastel, kelle  $VO_2\text{max}$  oli kõrge (70-80 mL kg min), genereerisid need madala intensiivsusega treeningud kõrge oksüdatiivtaseme töötavates lihastes.

## 2.3 Jõutreeningu mõju suusasprindile

Murdmasuusatamise keerukus oma erinevate alltehnikatega rõhutab suusatamise tehniliste oskuste tähtsust. Eriti on see oluline noortele suusatajatele, kellel on soov pikaks spordikarjääriks, treenida erinevate kiirustega ja varieeruvate tõusunurkatega suusaradadel. Murdmaasuusatajad vajavad teatavat jõutaset, kuid rohkem pole alati parem, sest jõutreeningutega saavutatud jõud on vaja üle kanda erinevatesse alltehnikate keerukasse liikumisse. Lisaks sellele on jõutreeningute abil võimalik hõlbustada uute ja erinevate tehniliste liigutuste õppimist, parandada saavutusvõimet ja hoida ära vigastusi

Stöggl jt. (2009) läbiviidud jõualases uuringus hinnati seoseid suusatajate üldise jõu ja maksimaalse suusatamise kiiruse vahel. Leiti, et jõud ja võimsus ei ole põhilisteks teguriteks saavutusvõimes eliit murdmaasuusatajatel, vaid tähtsamaks võimekuseks on koordineerimine ja oskus sooritada efektiivselt erinevaid ja keerukaid suusatamise liigutusi. Tõenäoliselt on tipp murdmaasuusatajad saavutanud piisava jõutaseme ning seetõttu muude võimete tähtsus suureneb. Uuringu tulemused näitavad, et maksimaaljõu treeningud submaksimaalsete koormustega rohkem kui ühe kordusega on seoses suusasprindi sooritusega. Ülakeha jõutreeningud on seotud suusasprindi tulemustega.

Kõik motoorsed ühikud funktsioneerivad sarnaselt, kuigi nad võivad olla erineva kontraktsioonijõu ja metaboolsete karakteristikutega. Mõned motoorsed ühikud sobivad paremini aeroobseks metabolismiks, kui teised jällegi sobivad paremini anaeroobseks tööks. Kaks eraldiseisvat lihaskiutüüpi on leitud ja kvalifitseeritud nende kontraktsioonide ja metaboolsete karakteristikute järgi. Neid nimetatakse aeglasteks ja kiireteks lihaskiududeks, samuti nimetatakse ka vastavalt tüüp I ja tüüp II. Lihaskiud omavad kindlaid eristuvaid iseloomujooni, mis teeb neid sobivaks pikaks aeroobseks madala või keskmise intensiivsusega tööks (I tüüp) või lühiaegseks suure intensiivsusega tööks (II tüüp). Nüüdseks on lihaskiude edasi uuritud ja lihaskiudude kvalifikatsiooni täiustatud, tüüp II lihased on jaotatud veel omakorda IIa ja IIb tüübiks. Tüüp IIa omavad head aeroobset ja anaeroobset metabolismi, seda tüüpi nimetatakse ka oksüdatiivglükolüütiliseks. Tüüp IIb lihaskiud omavad suurt anaeroobset võimekust ja neid nimetatakse ka glükolüütilisteks (Hoffman 2002).

**Tabel 6.** Lihastüübid Maughani ja Gleesoni (2004) järgi.

<b>Tunnusmärk</b>	<b>Tüüp I</b>	<b>Tüüp IIa</b>	<b>Tüüp IIb</b>
<b>Liigendus</b>	Aeglane, punane, väsımusele vastupidav	Kiire, punane, väsımusele vastupidav	Kiire, valge, väsib kiiresti
<b>Motoorse neuroni suurus</b>	Väike	Suur	Suur
<b>Rekruteerimise sagedus</b>	Madal	Keskmine	Kõrge
<b>Kontraktsiooni kiirus</b>	Aeglane	Kiire	Kiire
<b>Maksimaalne jõurakendus</b>	Väike	Suur	Suur
<b>Vastupidavus</b>	Suur	Keskmine	Madal
<b>Kapillaaride tihedus</b>	Suur	Keskmine	Väike
<b>Metaboolne tunnus</b>	Oksüdatiivne	Oksüdatiiv- glükolüütiline	Glükolüütiline
<b>Glükogeeni sisaldus</b>	Madal	Kõrge	Kõrge
<b>Triglütseriidi sisaldus</b>	Kõrge	Keskmine	Madal
<b>Fosfokreatiini sisaldus</b>	Madal	Kõrge	Kõrge

Veresooned paiknevad tavaliselt paralleelselt koos lihaskiudude ja arvukate kapillaaridega, mis jooksevad läbi vabaruumi lihaskiudude vahel. Lihase veresoonkond võib aheneda või laieneda närvilisuse, hormonaalse ja lokaalse kontrolli ajal, et reguleerida verevoolu. Dünaamilise kehalise aktiivsuse ajal võib verevool lihastes kasvada 100 korda võrreldes puhkeolekuga. Jõutreeningul aga on kontraktsioonid suurte raskustega ja olulisem on see, et need on tihti staatilise iseloomuga (isomeetriline kontraktsioon). Sellise kontraktsiooni ajal genereeritakse suur lihasesisene surve, mis tõstab arteriaalset vererõhku ja suleb seeläbi verevoolu aktiivsest lihasest nii sisse kui välja. Sellistes tingimustes energia lihas kontraktsiooniks saadakse suuresti ilma hapniku juuresolekuta (Maughan ja Gleeson, 2004).

Lihaste töö ajal lülitatakse lihased sisse peamiselt suuruse põhimõttel, mis viitab korrapärasele lihastööle motoorsete ühikute poolt. Motoneuroni värbamismudel on seotud neuroni suurusega. Väiksemad motoneuronid vajavad väiksemaid stiimuleid aktivatsiooniks. Seega tüüp I lihaskiud, mis vajavad väiksemat stiimulit, pannakse tööle esimestena. Suuremat

stiimulit vajatakse lihasaktivatsioonil tüüp II lihaskiududes. On ka erand suuruse põhimõttel. Tüüp II lihaskiud aktiveeruvad esimestena võimsal, suure intensiivsusega tööl. Näib, et väsimusele vastupidavad lihased on töösse rakendatud peamiselt madala intensiivsusega ja pikal kehalisel aktiivsusel. Suurema intensiivsusega stimuleeritakse kiireid lihaskiude. Seega võib järeldada, et kui vajatakse kohest suurt võimsust või suurt intensiivsust liigutamiseks, võib töösse rakendada kiired lihaskiud esimestena. Suuruse põhimõtte kasu on selles, et see hoiab kiired lihased väimusest seni, kuni neid on vaja (Hoffman, 2002).

Turner ja Stewart (2013) on arvamisel, et kuna II tüüpi lihaskiud sisaldavad rohkem PCr, on indiviidid kõrgema arvuga kiirete lihaskiududega suutelised tootma kiiremini ATP'd läbi PCr süsteemi anaeroobsel tööl. Selline olukord võib olla põhjustatud tänu geneetikale või suure intensiivsusega treeningutele.

Lihaskontraktsioone võib jaotada kolmeks (Bompa, 1999):

- isomeetriline – lihased avaldavad pinget, kuid lihase pikkus ei muutu;
- isokineetiline – lihase lühenemine või pikenemine toimub konstantse kiirusega;
- isotooniline – liigutuse sooritamisel esineb vastupanu kogu liigutuse kestel;
  - kontsentiline ehk ületav – väline vastupanu on väiksem lihases tekkivast pingest ning lihas lüheneb;
  - ekstsentriline ehk järeleandev – väline vastupanu on suurem lihases tekkivast pingest ning lihas pikeneb;

Rusko järgi (2003) murdmaasuustamises on kasutuses 5-30 % isomeetriline jõud ja dünaamiline jõud 20-50 % . Murdmaasuusatamise liikumine koosneb lugematutest kordatest lihaste kokkutõmmetest ja lõdvestustest, suur osa liigutustest toimub kontsentriliste lihaste kontraktsioonina. Samuti on suur tähtsus ekstsentrilisel lihastööl. Oluline on ka lihaste lõdvestus enne ja peale lihaskontraktsiooni, mis tagab tasakaalustatud energia kasutuse.

Losnegardi jt. (2009) poolt läbi viidud uuringus võeti jälgimisele suure koormusega jõu treeningu mõju lihasmassile ja füüsilisele sooritusele tipp suusasprinterite seas. Uuringus osales 11 meest keskmise vanusega 18-26 a. ja 8 naisuusatajat keskmise vanusega 18-27 a. Moodustati jõugrupp (9) ja kontrollgrupp (10). Jõugrupp sooritas jõutreeninguid submaksimaalse raskusega kaks korda nädalas 12 nädala jooksul lisaks nende tavalisele vastupidavustreeningule. Jõugrupil paranes ühe kordusmaksimumi jõud, istudes raskuse allatõmbel, ja poolküki sooritus. Kontrollgrupis olulisi muutusi ei täheldatud. Triitsepsi ristlõikepindala suurenes mõlemal grupil, reie nelipealihases ristlõikepindalas muutust aga ei olnud. Uisutehnikas rullsuuskadel mõõdetud  $VO_2\max$  tõusis jõugrupis  $7\pm 1$  %, jooksetestil

VO<sub>2</sub>max püsis aga muutumatuna. Mingeid muutusi ei täheldatud energiatarbimise spetsiifikas rullsuusatamise ajal. Paaristõuke võistlusel paranesid tulemused rohkem jõugrupil kui kontrollgrupil. Mõlemad grupid näitasid sarnast paranemist rullsuusasõidus. Kokkuvõtteks võis järeldada, et 12 nädalat mittemaksimaalset rasket jõutreeningut parandas jõunäitajaid jala- ja ülakehalihastes, kusjuures leiti vaid väike mõju ristlõikepindalale reielihastel. Submaksimaalne jõutreening parandas VO<sub>2</sub>max nii mõõdetuna uisutehnikas kui ka paaristõugetel liikumisega.

Suusatajad piisava lihasmassiga ja maksimaalse lihasjõuga peaksid keskenduma lihasvastupidavuse arendamisele. Peamised põhimõtted lihas vastupidavuse arendamiseks on:

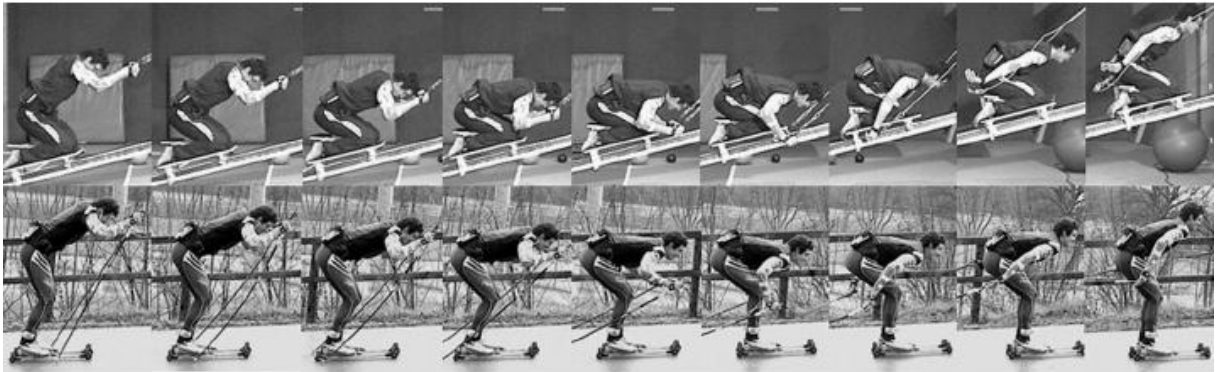
- Võimalikult suusaspetsiifilised jõuharjutused
- Imiteerida liigutuste kiirust suusatamisega võimalikult täpselt
- Treenida erinevaid lihasgruppe jõutreeningu ajal, taastuda korduste vahel
- Tuleb meeles pidada, et edukamatel suusatajatel on lühem jõu rakendamise faas nii jala kui käe tõuke ajal, mis tagab pikema libisemisfaasi (Rusko, 2003).

Üheks näiteks, kuidas arenda ja ennustada suusasprindi sooritusvõimet läbi imiteeriva testi, tegid Stöggl jt. (2007) uurimuse, mille eesmärgiks oli arendada ülakeha jõuvõimekuse määramise testi murdmaasuusatamise sprindis. Uuringus osales 31 eliit murdmaasuusatajat Itaalia, Slovakkia ja Šveitsi riikide koondistest, neist kuus olid naised. Testis, mida uuriti, sooritatakse paaristõuget imiteeritavana põlvtoengus spetsiaalsel alusel, asetsedes laual, mis on 16° nurga all (joonis 1). Sooritati kahefaasiline test: esimeses faasis, soojendus 15 minutit, millele järgnes neli maksimaalset tõmmet rull-laual, seejärel kolm minutit puhkust ning testi teine faas sisaldas 40 maksimaalset tõmmet, mis peaks olema võrreldav sprindi eelsõiduga 2-3 minutit. Nende testide valiidsuseks sooritati 2 testi jooksulindil: paaristõuke maksimaal kiiruse test ja 1000 m paaristõuke test. 50 m test sooritati rullsuuskadel tasasel maal sisetingsimustes tartaanil. Kahefaasiline test näitas kõrget usaldusväärsust ülakehajõu määramises suusasprindis. Test on samuti valideenne ennustamaks maksimaalkiirust ja sprindi sooritust.

Füsioloogilised parameetrid nagu laktaat ja südame löögisagedus näitasid madalat usaldusväärsust ja ei leitud suhet suusarolleritel tehtud testidega. See võib tuleneda sellest, et suusatamisel paaristõugetel kasutatakse ka jalgade tööd.

Jõutreeningud on igal suusatamise võistlusel tähtsad, kuid suusasprinterid teevad mõnevõrra rohkem jõutreeninguid, kui tavadistanti suusatajad. Tüüp II lihaskiudude arendamiseks on vaja teha ka vastavaid treeninguid, kuid tähtsam on see, et maksimaaljõu treeningud ei lõhuks

vastupidavuse baasi ja sportlane suudaks jõutreeningutega saavutatud tulemused ülekanda suusaspriinti.



**Joonis 1 .** Paaristõuke imiteerimine rull-laual, võrdluseks paaristõuke sooritus rullsuuskadel Stöggl jt. (2007).

## 2.4. Kiirustreeningu mõju organismile

Sprinteri treeningprogramm on suunatud lihaskasvule, reaktsiooniaja ja anaeroobse võimsuse parandamisele (Maughan ja Gleeson, 2004).

Kuigi see väide on suunatud jooksudistantsi sprinteritele, vajavad suusasprinterid samuti tugevat ülakeha, head stardikiirendust, rütmimuutust ja muidugi anaeroobset võimekust. Edukas suusasprinter vajab teatud füsioloogilisi eeliseid ja biomehaanilisi karakteristikuid. Stöggl jt. (2010) poolt korraldatud uuringus leiti, et murdmaasuusatamises ei mängi rolli keha pikkus tippkiiruse saavutamises. Kehamass, keremass ja kerelihaste mass on tugevalt seotud paaristõugetega sõites tippkiiruse saavutamisega. Absoluutne ja suhteline lihasmass on positiivselt korrelatsioonis kahesammulise klassikatehnika tippkiirusega, rasvamass on negatiivselt korrelatsioonis selle tehnika tippkiirusega. Ainult käepikkuse ja kahesammulise klassikatehnika tippkiiruse vahel leiti seos, muude mõõdetud keha parameetrite ja teiste klassikaliste sõiduviiside vahel seost ei leitud. Sellest järeldatuna võib väita, et paaristõugete soorituse parandamiseks peaks keskenduma keremassi suurendamisele läbi lihasmassi. Üks positiivne aspekt murdmaasuustamise juures on see, et keha mõõtmed ei prognoosi tippkiirust, kuid samas on olulisteks näitajatest kehamass ja lihasmass. Viimased parameetrid näitavad tugevat seost soorituse tulemustega. Need aspektid rõhuvad jõutreeningu tähtsusele, eriti kerele, et parandada tippkiirust klassika suusasprindis. Lihasmassi puhul mängib rolli ka lihastüüp.

Suur lihasmass koos kõrge sisaldusega kiiretes lihaskidudes (tüüp II) on sprinterile eeliseks. Sprindi treening ei suurenda ATP ega PCr kontsentratsiooni lihastes. Suurenenud lihasmass tähendab suuremat PCr talletamist lihastes, suuremat anaeroobse glükolüüsi võimsust ja paremat puhversüsteemi tööd (Maughan ja Gleeson, 2004). Suure lihasmassi tähtsus mängib rolli ka ülakehas, mida loetakse üheks oluliseks näitajaks sportlase edukuses. Ülakehajõu tähtsus suusasprindis ei ole kaheldav, üheks võimaluseks kuidas rakendada jõud kiiruseks on vaadeldud järgnevas katses.

Lindinger jt. (2009) tehtud uuringu eesmärk oli vaadelda, kas sirutus-painutus tsükli kontraktsioon on integreeritud neuromuskulaarse aktiivsusega ülakeha lihastes paaristõugete ajal. 13 eliit suusatajat sooritasid paaristõukeid rullsuuskadel tõusvatel koormustel jooksurajal kiirustega 9, 15, 21 ja 27 km/h, sõites ühe vahemaa nende individuaalse maksimaalse kiirusega. Küünarliigese nurkkiirus, vastupanujõud ja pinna elektromüograafia (EMG) väärtused olid registreeritud triitsepsis, suur rinnalihases, selja lailihases ja suures ümarlihases. Suurendades tõuke lõpu jõudu, oli märgata muutusi jõu arendamises ja

küünarliigese painutamise nurkkiiruses. Peamised EMG amplituudid tõusid eelaktivatsiooni faasi ajal enne kepi mahapanekut, kus küünarliigese painutus ja refleksvahendatud faas suurenes 30 ja 120 ms vahel tänu kiiruse suurenemisele. Seeläbi on soovituslik, et eliit murdmaasuusatajad kasutaksid triitsepslihasega sirutus-painutus tsükli paaris tõugete ajal, et arendada suuremat võimsust. Kokkuvõttes näitab uurimus, et käe ja õla neuromuskulaarsel muustril tõusis lihase kontraktsiooni aeg ja reaktiivsus, suurendades paaristõugete kiirust jooksurajal. Mõlemad suurused on olulised sirutus-painutus tsükliks. Lisaks esines oluline suurenemine EMG aktiivsuses algse õlaliigese venituse ajal, kohene üleminek sirutusest painutusse suurtel kiirustel ja EMG aktiivsuse vähenemine painutusest sirutusse ülemineku faasil – need muutujad kinnitavad sirutus-painutus tsükli kontraktsiooni paaristõuke ajal. Olgugi et õlaliigese neuromuskulaarne muster on sarnane, tuleb teha täiendav kinemaatiline analüüs, et kinnitada sirutus-painutus tsükli esinemist õlalihastes. Paaristõuge on hea harjutus, et uurida biomehaanilisi ja neuromuskulaarseid aspekte sirutus-painutus tsükli ülajäseme sirutuslihastes. Edasistes uuringutes on soovitatav ühendada kinemaatiline, kineetiline ja EMG meetod, et analüüsida sirutus-painutus tsükli murdmaasuusajate seas, kaasa arvatud 3D analüüsi lumel.

Alsobrook ja Heil (2008) uuringus, kus mõõdeti ülakehavõimsuse tähtsust murdmaasuusatamises, leiti tugev korrelatsioon suusatajate erinevates tulemustes ülakehavõimsuse, maksimaalse hapnikutarbimise ja ühisstardi klassikavõistluse sooritusega. Kõrge absoluutse ülakehavõimsusega suusatajad on eelises tasemel murdmaasuusarajal, hoolimata tõenäosusest, et nendel sportlastel on ka suurem kehamass. Ülakehavõimsuse ja kehamassi vahel esineb tugev korrelatsioon. Kuigi murdmaasuusatajad kasutavad vähe ülakehavõimust tõusudel, kompenseerivad nad selle jalgade ja käte jõu koostööl. Need tulemused toetavad kaudselt ideed, et nii sprindi-tüüpi ülakehavõimsuse treeningud kui ka pikamaa ülakehavõimsuse treeningud võivad parandada suusasprindi tulemuslikkust. Lühikesed paaristõuke intervallid aitavad saavutada tulemusi mõlemas. Ülakehavõimsuste testid võivad olla kasulikud tulemuste ennustajad klassikalise sõiduvõistlustel. Need näitajad on tugevamini seotud võistluse sooritusega, kui seda on maksimaalne hapnikutarbimine.

Sarnased tulemused said ka Stöggl jt. (2006), väites, et klassika suusasprindi sooritus sõltub kiirusvõimetest, tehnika kasutamisest, väsimusele vastupanust ja anaeroobsest võimekusest. Suhe maksimaalkiiruse ja sprindi tulemuste vahel annab võimaluse ühendada maksimaalkiiruse testid suusasprindi diagnostikaga. Nii on võimalik muuta treeningu mudelid suusasprindi spetsiifilisemaks, millega parandada kiirusvõimeid ja seeläbi tulemuslikkust. Viimase paari aasta jooksul on maailmakarika etappide keskmine distants suusasprindis olnud



1350m ja keskmine kvalifikatsiooni sõiduaeg 2:50 minutit, olles seega võrreldav keskmaajooksuga, mis jääb 800m ja 1500m vahele. On soovitatav murdmaasuusaprintis arendada maksimaalset kiirust kindlas tehnikas, et parandada suusaprinti sooritust, siinkohal võib ära mainida lühemate maksimaalkiirustestide kasutamise. Tähtsaks edu faktoriks suusaprintis on kõrge laktaadilävi koos kõrge anaeroobse võimekusega, mis võimaldab toota korduvalt kõrget laktaadi väärtust. Paremate tulemuste saavutamiseks on oluline ka treeningu iseloomu õigesti planeerida, seda käsitleb lähemalt järgmine peatükk.

### 3. Suuremahulised treeningud vs intensiivsed treeningud

Mõned aastad tagasi tõusis suusasprindi tippu palju uusi nimesid, sest tavadistantsi sõitjatel oli raske kohaneda uuenenud võistlusformaadiga. Praegu võime näha mitmeid edukaid distantsisõitjaid ka suusasprindi poodiumil. Põhjuseid võib olla palju, kuid tähtsamateks teguriteks võib lugeda suusaradade ettevalmistust, suusatehnikat kui ka tehnoloogiat, mis on vähendanud distantsi läbimiseks kuluvat aega. Tavadistantsid nõuavad edukaks esinemiseks võrreldes varasema ajaga rohkem ülakehajõudu, kiiruslikku jõudu ja anaeroobset võimekust. Suusasprint vajab edukaks esinemiseks aga ka kõrgel tasemel aeroobset vastupidavust, kuid ei saa unustada, et suusasprindi füsioloogilised vajadused erinevad traditsioonilisest murdmaasuusatamisest. Aeroobse metabolismi tähtsus tuleb ära mainida sportlasele olulise omaduse arendamisel, milleks on vastupanu väsimusele.

Vesterinen jt. (2009) uuringu eesmärk oli hinnata väsimust stimuleeritud sprindi võistluse ajal, kus tehnikaks oli uisusamm. 16 mees murdmaasuusatajat sooritasid 30m maksimaalkiirustesti ja harjutuste kombinatsiooni, mis koosnes neljast korrast 850m rolleritel tartaanil 20-minutiliste pausidega. Leiti märkimisväärne korrelatsioon keskmise hapniku tarbimise ja neljanda sõidu liikumiskiiruse vahel. Peale igat sõitu tekkis märkimisväärne neuromuskulaarne kurnatus, kuid taastumisaeg sõitude vahel, milleks oli 20 minutit, oli piisav, et hoida ära väsimuse akumul eerumist. Tulemused näitasid, et suusatajad kõrge aeroobse võimekusega olid vähem väsinud stimuleeritud võistluse ajal.

Käesoleva uuringuga leiti, et väsimus akumul eerub ainult limiteeritud ulatuses suusasprindis. Sõiduajad ega tõugete sagedused ei muutunud suusasprindi stimulatsiooni ajal märkimisväärselt. Samuti ka organismi metaboolsetes vastustes ( $VO_2\text{max}$ , laktaadi kontsentratsioon ja südame rütm) puudusid suured muutused nelja sõidu vahel. Märkimisväärselt positiivne seos kõrgeima laktaadi kontsentratsiooni ja suusatamise kiiruse vahel esines esimeses sõidus, kuid korrelatsioon oli madalam järgnevates sõitudes. Kõrgeim hapnikutarbimine ja suusatamise kiirus näitasid korrelatsiooni tõusu iga sõiduga. Seega võib järeldada, et kõrge anaeroobne võimekus on tähtis murdmaasuusatamise sprindis, eriti esimeses ajasõidus, kuid aeroobne võimsus on oluline pigem viimases sõidus (Vesterinen jt., 2009).

Hea taastumisvõime ja tugev vastupidavusbaas on omavahel tugevalt seotud. Tähtis on olla võimalikult heas füüsilises seisundis just viimases finaalsõidus, seega on oluline hoiduda väsimusest. Kuid tuleb meeles pidada, et anaeroobne võimsus ja organismi laktaadi taluvus on

samuti tähtsad. Sportlased, kes suudavad taluda laktaadist tekkinud valu, suudavad teha paremaid sooritusi. Väsimusest hoidumine annab parema võimaluse organismi funktsioneerimiseks, ka kesknärvisüsteemi tõhusamaks töötamiseks.

Vastupidavustreeningu ajal kohaneb kesknärvisüsteem (KNS) treeningu spetsiifikale. Treeningu mõjul paraneb KNS-i töövõime, mis muudab närvi ühendusi organite ja süsteemide vahel koordineeritumaks. Väsimus, mis tihti muudab treeningu vähem tõhusaks, ilmneb KNS tasandil, kus vähenenud närvisüsteemi töövõime on peamine põhjus väsimusele. Võitlus väsimuse vastu on närvikeskuste üritus säilitada oma töövõimet (Bompa, 1999).

Zory jt. (2010) poolt tehtud uuringu eesmärgiks oli hinnata stimuleeritud suusasprindi võistlusel tekkinud väsimust lihastes paaristõugetel. Kaheksa eliit murdmaasuusatajat osalesid katses, kus mõõdeti EMG vastust seitsmel lihasel nii ülakeha kui jalgade piirkonnas. Sageduse analüüs näitas, et ülakeha lihased on esimesed väsimuse poolt mõjutatud lihaskonna osad, see algab kohe peale stardikiirendust. See rõhutab ülakeha lihaste arendamise tähtsust. Suusasprinteri jõutreening, mis keskendub triitsepsi arendamisele, ei tohi jäta unarusse tööd ka biitseptiga. Oluliseks treeningmeetodiks on ka intervallmeetodi kasutamine treeningul.

Suure intensiivusega vahelduv treeningmeetod on oma olemuselt intervalltreening, mis koosneb lühikestest seeriastest maksimaalkiirusega, mille vahele lisanduvad puhkepausid vahemikus 20 sekundit kuni 5 minutit. Madala intensiivusega treeningud toimuvad aeroobses tsoonis ja treening kestab pikemat aega. Sportlased üritavad treeningute vaheldusega tõsta  $VO_2$ maxi. Uuringutega on leitud, et intervalltreeningud parandavad märkimisväärselt  $VO_2$ max ja vastupidavust. On huvitav ära mainida, et intensiivsete treeningute tõus treeningprogrammis võib parandada sooritusvõimet ilma  $VO_2$ maxi muutmata. Kuigi intensiivsed treeningud parandavad sooritusvõimet, on raske määratleda õiget intensiivsuse ja puhkuse vahekorda. Seega periodiseeritud treeningmudel on tõenäoliselt efektiivsem, kui järjepidev treeningprogramm intensiivsetest treeningutest (Finn, 2001). Vale treeningmudel võib põhjustada sportlasel ületreeningu sündroomi.

Spordivigastused ja ületreeningu sündroom on tänapäeva tippspordis just kui vältimatu osa spordist. Saavutussportlaste eesmärk on jõuda tippu ja tihti treenivad sportlased oma võimeid kompides üle oma võimekuse, suusasprindis on see tihti tingitud anaeroobsete treeningute suurest osakaalust. Kuna suusasprindis ei ole välja kujunenud kindlat treeningmetoodikat, on see oht suur.

Gibala jt. (2006) huvitavas uuringus osales 16 kehailiselt aktiivset meest. Võrreldi lühikeste sprindi intervallide mõju võrreldes traditsioonilise vastupidavustreeninguga skeetlihastele ja kehalisele võimekusele. Mehed jaotati kahte gruppi: intervalltreeningu gruppi (8) ja vastupidavustreeningu gruppi (8). Kokku sooritati 6 treeningukorda 14 päeva

jooksul. Intervalltreeningu grupp sooritas iga trenni neli kuni kuus 30 sekundilist maksimaalset pingutust jalgrattal nelja minutilise puhkepausiga. Vastupidavustreeningu grupp sooritas iga päev 90-120 minutit ühtlast treeningut ca 65% maksimaalsest hapnikutarbimisest. Treeningmaht oli vastupidavusgrupil 90 % suurem (2,5h vs 10,5h). Biopsiad, mis võeti nii enne kui pärast kahenädalast treeningut, näitasid sarnaseid muutuseid lihase oksüdatiivses võimekuses. Treeningud parandasid lihase puhvervõimsust ja glükogeeni tase oli samuti sarnane gruppide vahel. Kehalise võimekuse test jalgrattal ajasõidus näitas samuti sarnaseid aegade paranemisi. On märkimisväärne, et kaks täiesti erinevat treeningut annavad sarnaseid tulemusi. Kuid tegemist oli siiski võrdlemisi lühikese aja jooksul korraldatud uuringuga. Pikajalisele suurte intensiivsustega treeningule võib järgneda ületreeningu sündroom. Treeningute eesmärk peaks olema lühiajaline üleväsimus, millest organism taastub, kohaneb ja areneb. Iga sportlane on invidiid ja koormused mõjuvad erinevalt.

Üheks näiteks võib tuua Gaskill jt. (1998) uuringu, kus vaadeldi murdmaasuustajaid, kes ei reageerinud positiivselt traditsioonilisele treeningprogrammile, mis koosnes suurest mahust ja madalast intensiivsusest. Uuringus muudeti treeningprogramm kaks korda intensiivsemaks, kui varasemal treeningaastal. Uurimus toimus kahe aasta jooksul, esimesel aastal olid nii kontrollgrupil (7) kui ka eksperimentaalgrupil (7) treeningplaan sarnane või endale tavaline. Esimesel aastal hinnati sportlaste  $VO_2max$ , laktaadi reageerimist, maksimaalset käe jõudu ja võistluste tulemust. Teisel aastal jätkas kontrollgrupp enda eelmise aasta treeningprogrammiga (sportlased, kellele sobis madala intensiivsusega treening). Eksperimentaalgrupi treeningprogrammi muudeti intensiivsemaks. 35% kogu treeningu ajast kasvas intensiivsemaks ja madala intensiivsusega treeningud langesid 22%. Eksperimentaalgrupp näitas lõpuks märkimisväärset paranemist  $VO_2max$ is, maksimaalses käe jõus ja võistlustulemustes. Võib järeldada, et kõrge intensiivsusega treeningud võivad parandada võistlustulemusi murdmaasuustajatel, kes ei reageeri positiivselt suuremahulistele treeningutele.

Treeningute materjalid suurematest murdmaasuusamaadest näitavad, et suuremahuliste madala intensiivsusega treeningute kontseptsioon on heaks kiidetud enamike tipp suusatajate poolt (Gaskill jt., 1998).

Laurseni (2010) järgi domineerib aeroobne ainevahetus peale ca 75 sekundit submaksimaalset pingutust ning omab suurimat potentsiaali treeningu parandamiseks, nende treeningute peamine eesmärk on suurendada aeroobset metaboolset võimsust. Lühiaegne periood, kuus kuni kaheksa treeningut 2-4 nädala jooksul suurte intensiivsustega

intervalltreeningud võivad parandada sooritust 2-4% hästi treenitud sportlastel. Suure mahu treeningute tähtsust ei tohi samuti unustada, kuna mahutreeningud tekitavad tähtsaid metaboolseid adaptasioone. Suure intensiivsusega treeningud toimuvad pea maksimaalsel energia tarnel püsiva aja jooksul. Sellised submaksimaalsed pingutused vajavad nii anaeroobse kui aeroobse energia tagamist. On raske hinnata kohest suuremahulise madala intensiivsusega treeningute mõju intensiivsuse kasutamise tulemuslikkusele. Tundub, et nendel madala intensiivsusega treeningutel on positiivne mõju sooritusele, hoolimata sellest, et sooritatakse madalama intensiivsusega, kui seda on võistlus tempo. Sageli väidetakse, et suure mahuga madala intensiivsusega treeningperioodid tagavad aeroobse platvormi, mis on vajalik hõlbustamiseks spetsiifilisi adaptasioone, mis tulevad suurte intensiivsustega välja. On selge, et vahetust mõlemast, nii suure intensiivsusega treeningust, kui suuremahulisest treeningust, on tähtis, kuid ülekaal ühest neist treeningust ei ole kasulik. Uuringute ülevaade, mis käsitleb treeningute intensiivsust ja treeningmahtu lühikese aja jooksul, näitab, et edukas treeningprogramm võib saada kasu mõlemast treeningust. Kui treeningprogramm ei sisalda õigesti doseeritud segu mõlemast, suure intensiivsusega ja suuremahulistest treeningutest, võib tulemuslikkus langeda. Kõrget mitokondriaalset oksüdatiivvõimsust, paranenud rasvade oksüdatsiooni potentsiaali ja suurenenud glükoosi transpordi võimet skeletilihastes vastupidavussportlastel on võimalik saavutada kas suure mahuliste vastupidavustreeningutega, kõrge intensiivsusega vastupidavustreeningutega või varieeruva kombinatsiooniga mõlemast. Tundub, et polariseeritud mudeli lähenemine treeningutele võib olla optimaalne, kus on kasutusel mõlemad treeningmetoodikad. Suuremahuliste treeningute täiendamine suurte intensiivsustega treeningutega juba suurte mahtudega treenival sportlasel võib esile kutsuda paranemisi vastupidavuse tulemuslikkusel, mis on eelkõige tänu paranenud skeletilihaste aeroobsele ATP tootmisele.

## Kokkuvõte

Suusasprint on mehhaaniliselt kui ka psühholoogiliselt keerukas ala. Vaba- ja klassikalise tehnika võib liigendada üheksaks erinevaks alltehnikaks. Suusatajad peavad adapteeruma muutustega kiiruses, tõusu nurgas, kinemaatikas ja töökoormuses, mis mõjutavad füsioloogilisi karakteristikuid kogu organismis. Et paremini mõista suusasprindi keerukust, on vaja integreerida biomehaanilisi ja füsioloogilisi lähenemisi, suurendada teadmisi ja seeläbi sportlikku saavutusvõimet.

Uuringute tulemuste põhjal võib olulise faktorina esile tõsta ülakeha jõuvõimekuse, mille testimine andis võimaluse ennustada suusasprindi sooritusi. Ent jõud ja võimsus ei ole põhilisteks faktoriteks eliit murdmaasuusatamises. Saavutuse juures on tähtsamateks teguriteks koordinatsioon ja oskus sooritada efektiivselt erinevaid ja keerukaid liigutusi suusatamisel. Tippkiiruse saavutamisel murdmaasuustamises ei mängi rolli keha pikkus. Tähtsam on rõhutada aktiivse kehamassi, keremassi ja kerelihaste massi osalust kiiruse edendamisel. Viimased on suures korrelatsioonis paaristõugetega sõitmisel tippkiiruse saavutamiseks. Leitud on ka seos käte pikkuse ja vahelduvtõukelise klassikatehnika tippkiiruse vahel. Niisiis saab keha funktsionaalsuse uurimisel leida seoseid ja arendamisvõimalusi suusataja kiiruse suurendamiseks ja seeläbi oma aja parandamiseks võistlustel.

Viimase paari aasta jooksul on maailmakarika etappide keskmine distants suusasprindis olnud 1350 meetrit ja keskmine kvalifikatsiooni sõiduaeg 2:50 minutit, olles seega võrreldav keskmaajooksuga, mis jääb 800 meetri ja 1500 meetri vahele. On soovitatav murdmaasuusasprindis arendada maksimaalset kiirust kindlas tehnikas, et parandada suusasprindi sooritust, siinkohal võib ära mainida lühemate maksimaalkiirustestide kasutamise.

Kõrge kiirusvõimekus, treeningu efektiivsus ja aeroobse võimekuse tase on tegurid, mis eristavad maailmaklassi ja rahvusklassi suusasprintereid. Uuringute tulemuste põhjal võib rõhutada, et suusasprindis on anaeroobse ja aeroobse metabolismi vaheline osakaal vastavalt umbkaudu 30% ja 70%. Kusjuures anaeroobne võimekus on oluline suusasprindis pigem esimeses ajasõidus, kui aeroobse võimekuse tähtsus tuleb esile viimases sõidus. Hapniku osakaal organismi töös treeningul on suuresti sõltuv intensiivsusest.

Intensiivsed treeningud parandavad sportlase sooritusvõimet, kuid raske on kindlalt määratleda, milline peaks olema õige intensiivsuse ja puhkuse vahekord. Pärast umbkaudu 75 sekundit submaksimaalset pingutust domineerib energia varustatus aeroobse süsteemiga ning seeläbi omab see metabolismisüsteem suurimat potentsiaali treeningu parandamiseks. Kui

treeningprogramm ei sisalda õigesti doseeritud segu mõlemast: suure intensiivsusega ja suuremahulistest treeningutest, võib tagajärjeks olla tulemuslikkuse langus.

Tehtud uuringute põhjal võib väita, et suusasprinterid peaksid intensiivsuse doseerimise ja maksimaaljõu arendamisega olema ettevaatlikud ning leidma õige treeningu-puhkuse vahekorra enda jaoks. Üheks soovitusel treenimisel oleks kasutada tasasemat maastikku intensiivsete treeningute läbiviimisel, et mitte kaotada kiirusvõimeid. Edasised uurimused võiksid käsitleda rohkem biomehaanilisi aspekte suusasprindi tehnikas ning selle arendamisel.

## Kasutatud kirjandus:

1. Alsobrook N. G, Heil D. P. Upper body power as determinant of classical cross-country ski performance. *European Journal of Applied Physiology* 2008; 105: 633-641.
2. Bompa T. O. *Periodization. Theory and methodology of training*. United States of America: Human Kinetics; 1999.
3. Ekeland A, Crockett L. J, Shamoo A. E. *Sports medicine for coaches and athletes* vol. 4: skiing. The Netherlands: OPA Harwood Academic; 2000.
4. Finn C. Effects of High-Intensity Intermittent Training on Maximum Oxygen Uptake and Endurance Performance. *Sportscience* 2001; 5: 1-3.
5. FIS ( International ski federation). The International ski competition rules (ICR). Book II cross-country 2012.  
<http://www.fis-ski.com/uk/disciplines/cross-country-rules/cross-country-rules/rules.html>, 13.05.2012.
6. Benson R, Connolly D. *Heart rate training*. United States of America: Human Kinetics; 2011.
7. Gibala M. J, Little J. P, Essen M, Wilkin G. P, Burgomaster K. A, Safdar A, Raha S, Tarnopolsky M. A. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology* 2006; 901-911.
8. Gaskill S, Serfass R. C, Bacharach D. W, John K M. Responses to training in cross-country skiers. *Physical Fitness And Performance* 1998; 31(8): 1211-1217.
9. Hoffman J. *Endurance training. Physiological aspects of sport training and performance*. United States of America: Human Kinetics; 2002.
10. Laursen P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2010; 20: 1-10.
11. Lindinger S. J, Holmberg H-C, Müller E, Rapp W. Changes in upper body muscle activity with increasing double poling velocities in elite cross-country skiing. *European Journal of Applied Physiology* 2009; 106: 353–363.



12. Losnegard T, Myklebust H, Halle'n J. Anaerobic Capacity as a Determinant of Performance in Sprint Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011; 44: 673-681.
13. Losnegard T, Mikkelsen K, Rønnestad B. R, Halle'n J, Rud B, Raastad T. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2009; 21: 389-401.
14. Maughan R. Gleeson M. *The biochemical basis of Sports Performance*. United States of America: Oxford University press; 2004.
15. Mikkola J, Nummela A, Hynynen E, Jylhä R, Karinkanta J. New test to evaluate performance characteristics for cross-country skiing. Rmt: Linnamo V, Komi P.V, Müller E, toim. *International Congress on Science and Nordic Skiing*. Vuokatti: Snowpolis Vuokatti and Community of Sotkamo; 2006, 65.
16. Rusko H. *Handbook of Sports Medicine and Science, Cross Country Skiing*, Finland: Blackwell Publishing; 2003.
17. Saltin B. Cross country skiing; a classical sport constantly rejuveniled. Rmt: Linnamo V, Komi P.V, Müller E, toim. *International Congress on Science and Nordic Skiing*. Vuokatti: Snowpolis Vuokatti and Community of Sotkamo; 2006, 14.
18. Sandbakk Ø, Welde B, Holmberg H-C. Endurance training and sprint performance in elite junior cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2011; 25 (5): 1299-1305.
19. Sandbakk Ø, Holmberg H-C, Leirdal S, Ettema G. The physiology of world-class sprint skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2010; 21: 9-16.
20. Seiler K. S, Kjerland G. Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2004; 16:49-56.
21. Seiler S. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2010; 5: 276-291.
22. Stöggl T, Lindinger S, Müller E. Evaluation of an Upper-Body Strength Test for the Cross-Country Skiing Sprint. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2007; 39 (7) : 1160-9.
23. Stöggl T, Müller E. Kinematic Determinants and Physiological Response of Cross-Country Skiing at Maximal Speed. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2009; 41 (7): 1476-1487.

24. Stöggl T, Müller E, Ainegren M, Holmberg H-C. General strength and kinetics: fundamental to sprinting faster in cross country skiing? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2009; 21: 791–803.
25. Stöggl T, Enqvist J, Müller E, Holmberg H. Relationships between body composition, body dimensions, and peak speed in cross-country sprint skiing. *International Journal of Sports Sciences* 2010; 28(2): 161-169.
26. Stöggl T, Lindinger S, Müller E. Analysis of a simulated sprint competition in classical cross country skiing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2006; 17: 362-372.
27. Zory R, Molinari F, Knaflitz M, Schena F, Rouard A. Muscle fatigue during cross country sprint assessed by activation patterns and electromyographic signals time–frequency analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2010; 21: 783-790.
28. Zory R, Vuillerme N, Pellegrini B, Schena F, Rouard A. Effect of fatigue on double pole kinematics in sprint cross-country skiing. *Human Movement Science* 2008; 28: 85-98.
29. Turner A. N., Stewart P F.. Repeat Sprint Ability. *Strength and Conditioning Journal* 2013; 1-5.
30. Vesterinen V, Mikkola J, Nummela A, Hynynen E, Häkkinen K. Fatigue in a simulated cross-country skiing sprint competition. *Journal of Sports Sciences* 2009; 27(10): 1069-1077.

## Summary

### Specifics of cross-country skiing sprint

The main purpose of this study is to analyse the newest developments in cross-country skiing sprint specifics, methods and the performance of athletes. Mechanical and physiological aspects of cross-country skiing sprint are very complex. According to studies there are different factors, that have influence on the performance and effectiveness of cross-country skiing sprint:

- upper body strength
- coordination
- capability to perform complex movements
- trunk mass, body muscle mass
- speed capability
- training effectiveness
- aerobic and anaerobic capacity

Short maximal speed test and upper body strength test are important to predict the athletes performance in cross-country skiing sprint. While aerobic capacity is important in qualification, aerobic capacity is important to be highlighted in the final race. The proportions between anaerobic and aerobic metabolism are approximately 30% and 70%. Therefore it is suggested that training program must contain two important parts in the correct proportions, these are high-intensity training and high-volume training. If the proportions are incorrect, then it could decrease the result of performance. It should be recommended that sprint skiers include a greater part of their high-intensity endurance training in level terrain.